



**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE  
EMPRESAS**

**2015/2016**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Mejora Continua: Aplicación al proceso de gestión del  
agua del centro comercial El Rosal.**

**Continuous Improvement: Application to water  
management process from El Rosal.**

**AUTOR**

Pablo Castro Martínez

**TUTORAS**

Beatriz Blanco Rojo

Lidia Sánchez Ruíz

Septiembre 2016

## ÍNDICE.

Resumen .....	3
Abstract .....	4
1. Introducción .....	5
1.1. Justificación del tema .....	5
1.2. Objetivos .....	5
1.3. Estructura del trabajo .....	5
2. Marco teórico .....	6
2.1. Lean Management .....	6
2.1.1. Los Cinco Principios .....	7
2.1.2. Los Siete Desperdicios .....	8
2.2. Mejora Continua .....	10
2.2.1. Ciclo PDCA .....	10
2.3. Herramientas del Lean: Mapa de procesos, Flujograma .....	11
3. El Centro Comercial .....	13
3.1. Descripción de la empresa .....	13
3.2. Mapa de procesos .....	14
4. Proceso de gestión del agua .....	16
4.1. Proceso de gestión de residuos. ....	16
4.2. Proceso actual de gestión del agua .....	22
4.3. Problemas detectados .....	23
4.4. Alternativas de mejora .....	23
5. Análisis de las Alternativas .....	25
5.1. Alternativa 1. Aprovechamiento del agua del nivel freático ..	25
5.1.1. Legislación .....	26
5.1.2. Análisis de Costes .....	26
5.2. Alternativa 2. Aprovechamiento de aguas pluviales ..	30
5.2.1. Legislación .....	30
5.2.2. Análisis de Costes .....	31
5.3. Comparativa .....	32
6. Conclusiones .....	33
7. Bibliografía .....	34

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es dar respuesta a la preocupación manifiesta por el equipo gestor del centro comercial El Rosal por un mejor empleo en el uso del agua para el riego de jardines.

Para cumplir con dicho objetivo, se ha seguido una metodología basada en la mejora continua, concretamente en el ciclo PDCA. En primer lugar, se ha realizado un mapa de procesos del centro clasificando los procesos en estratégicos, clave y de apoyo. Una vez clasificados, se ha analizado el proceso de gestión de residuos y, dentro de este, el subproceso de gestión del agua empleando para ello flujogramas. El desarrollo y análisis de estos procesos ha permitido identificar un problema en la gestión del agua.

Para dar respuesta al problema detectado se plantean dos alternativas, y se analiza su idoneidad. La primera consiste en el empleo del agua del nivel freático para satisfacer la demanda de agua para el riego y los fluxores del centro. La segunda consiste en el empleo del agua pluvial para abastecer la misma demanda de agua. Para seleccionar la alternativa a recomendar al centro se efectúa una comparativa respecto a variables como: costes, legislación, pluviometría, etc.

Finalmente, la alternativa seleccionada es la 1, por los siguientes motivos: En primer lugar la inversión a realizar es inferior, así como los costes de mantenimiento; en segundo lugar la cantidad de agua del nivel freático es suficiente para satisfacer la cantidad de agua demandada, hecho que constituye el tercer motivo que es la pluviometría de la zona. Es insuficiente para dar salida a la cantidad de agua demandada, por lo que la alternativa 2 no es eficiente.

## **ABSTRACT**

The aim of this project is to answer the concerns expressed by the management team from the mall El Rosal in order to optimize the use of water when watering the gardens.

To meet this goal, we have followed a methodology based on continuous improvement, particularly in the PDCA cycle. First of all, it has made a map of processes sorting center processes at strategic, key and support. Once sorted, analyzed the waste management process and, within this, the thread of water management for it using flowcharts. The development and analysis of these processes has identified a problem in water management.

To respond to the problem identified two alternatives arise, and suitability analyzes. The first is the use of water from the water table to give satisfied the demand for water for irrigation and flush valves from the center. The second is the use of rainwater to give it satisfied water demand. To select the option to recommend to the center comparative is with respect to variables such as cost, legislation, rainfall, etc.

Finally, the selected alternative is 1, for the following reasons: First, the investment required is less and maintenance costs; secondly the amount of water in the water table is sufficient to meet the amount of water demanded, a fact that is the third reason is the rainfall in the area. It is insufficient to output the amount of water demanded, so that alternative 2 is not efficient.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el entorno actual las empresas se ven obligadas a buscar un equilibrio entre sus políticas de expansión y conservación del medio ambiente. La creciente importancia que está adquiriendo el tema de la sostenibilidad se demuestra con la existencia de normas medioambientales tal y como es la ISO 14001, más detallada en el desarrollo del trabajo, así como la importancia de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) donde se incluye este tema.

El estudio se ha llevado a cabo por la preocupación manifiesta del equipo de gestión del Centro Comercial El Rosal sobre la forma de ser más eficientes en materia medio ambiental, además de la creciente preocupación que hoy en día se extiende entre la gran mayoría de la población.

Para ello, se ha empleado la mejora continua, explicada más adelante, en el proceso de gestión del centro comercial como apoyo a los esfuerzos que realizan los gestores en ser más sostenibles con el medio ambiente.

El objetivo del trabajo se centra en la mejora del proceso de gestión de agua del centro comercial. Una vez descrito el proceso, se proponen varias medidas que dan solución a la preocupación del equipo gestor del centro, haciendo uso de flujogramas y otras herramientas asociadas a la mejora continua, así como el análisis de su viabilidad.

La estructura que sigue el trabajo consiste: En primer lugar, se desarrolla el marco teórico del trabajo donde se explica el tema a tratar que es el Lean Management, siguiendo la Mejora Continua y las Herramientas del Lean que se van a tratar. A continuación, se desarrolla la parte empírica donde se presenta el centro comercial en cuestión, seguido del proceso de gestión del agua, las alternativas planteadas con sus respectivos análisis y, por último, las conclusiones.

## 2. MARCO TEÓRICO

Para explicar la relevancia que tiene en el mundo empresarial la aplicación del Lean y, sobre todo, la aplicación del mismo en nuestro proyecto, es necesaria una pequeña introducción teórica al concepto y sus orígenes.

### 2.1. LEAN MANAGEMENT

El Lean Management surge del Toyota Production System (TPS) en Japón en el siglo XX como respuesta al empobrecimiento industrial ocasionado por la devastadora II Guerra Mundial. Este acontecimiento provocó la inestabilidad de la demanda, así como la pobreza del pueblo japonés.

Es considerado el sistema de gestión del siglo XXI, ya que tiene por objetivo la generación de valor para el cliente. Para ello, se centra en eliminar los desperdicios (actividades que no generan valor) (García Cerro, et al. 2013).

La conclusión a la que llegaron fue que debían satisfacer al cliente mediante la oferta de productos con un coste bajo y una calidad garantizada (Liker 2000).

El desarrollo de dicha filosofía ha conseguido que un gran número de empresas hayan conseguido reducir notoriamente el coste en su proceso productivo, además del gran avance medioambiental que ha supuesto el mejor aprovechamiento de materias primas, así como la reducción de consumo de combustibles fósiles y de la contaminación ambiental.

El empleo de esta herramienta supone plantear la hipótesis de que cualquier proceso llevado a cabo en la empresa pueda ser mejorado.

Los cambios producidos en el entorno son un motivo claro para poner en marcha tal filosofía siendo, los principales cambios acontecidos, la deslocalización y la fuerte competencia de nuevas economías globales (Cuatrecasas 2010).

Figura 2.1: La Casa Lean.



Fuente: Lean Solutions 2011.

Para la consecución de los objetivos empresariales y hacer frente a dichos cambios, la optimización en la utilización de recursos como el factor tiempo y la mejora continua

serán clave para ofrecer productos de alto valor y que sean capaces de competir con productos más baratos.

El lean afecta a todo aquello que rodee el trabajo, desde las tareas más sencillas hasta los trabajadores que las llevan a cabo. Esta filosofía supone delegar en los trabajadores la responsabilidad de resolver problemas con la mayor rapidez y efectividad posible. Por ello, al tratarse de una disciplina, es necesaria su comprensión y cumplimiento para llegar a producir más con menos (Cuatrecasas 2010).

### 2.1.1. Los cinco Principios del Lean Management.

El Lean Management actúa en base a cinco principios que, por orden, son los siguientes: valor, flujo de valor, flujo de actividades, pull y perfección o mejora continua (Womack 2005).

#### *Valor.*

La definición acerca de este principio básico es definido como *“El valor es un concepto fundamental en la filosofía Lean. Éste viene especificado por el cliente (externo o interno) y entendemos que algo tiene valor cuando satisface las necesidades del cliente, es decir, cuando entregamos al cliente lo que quiere, como lo quiere, cuando lo quiere y en la cantidad que lo quiere”* (García Cerro et al.2013).

Tras quedar expuesta la definición y entendido el significado que, para el Lean Management supone el valor, queda determinar la dificultad que para muchas empresas supone la implantación de tal principio en su sistema de producción. Esto ocurre por su creencia en la incursión de costes al aplicar este principio, en vez de observar la mejora que supondría la aplicación del *“si la empresa se gestiona correctamente, mayor valor para el cliente, supone una mayor rentabilidad para la empresa”*. (García Cerro, et al. 2013).

#### *Flujo de valor.*

Una vez detectado aquello que quiere el cliente, hay que analizar qué actividades se llevan a cabo en la empresa para conseguirlo. Como resultado de dicho análisis se obtiene el mapa de valor donde se incluirán, además de las actividades productivas, el flujo de información y el flujo de materiales.

Como consecuencia de su carácter interdepartamental, el análisis del flujo de valor va estrechamente ligado al concepto de *proceso* descrito como *“toda actividad empresarial, sea del área que sea (finanzas, administración, contabilidad, marketing...) forma parte de un proceso”* (García Cerro, et al. 2013).

El objetivo último de este principio es definir el conjunto de procesos que permiten que el valor fluya hasta el cliente.

#### *Flujo de actividades.*

Los procesos, a su vez, están compuestos por actividades. Estas actividades pueden identificarse en tres tipos (Womack 2005, pp. 32-33):

- Actividades que siempre crean valor.
- Actividades que, sin crear valor, son necesarias para la producción por la tecnología actual y activos de producción disponibles. Muda tipo I.
- Actividades que no crean valor y se pueden eliminar. Muda tipo II.

El objetivo consiste en eliminar los desperdicios de las actividades que no crean valor y reducir aquellas actividades que, aun siendo necesarias, no crean valor para la empresa.

*Pull.*

Para explicar este principio, es necesaria una introducción del significado de los sistemas *Push* y *Pull* previamente, para saber por qué el Lean Management aboga por el sistema pull finalmente.

El sistema *Push* se caracteriza por la planificación previa de los lotes de fabricación que empujan la producción; mientras que en el sistema *Pull* cada proceso o cliente retira las piezas del proceso anterior a medida que se necesitan. Esta es la razón por la que el Lean sigue este sistema, ya que los centros de trabajo trabajarán únicamente cuando el proceso siguiente comunica la necesidad de realizarlo.

Tras determinar el valor y el flujo de valor, se fija el método. En consecuencia, con el sistema *Pull*, los puestos de trabajo están dirigidos a cubrir únicamente lo que demanda el cliente, es decir, aquello que les genere valor, que supone todo lo contrario al sistema tradicional ya que se centraba en la producción máxima sin importar la necesidad del cliente.

*Mejora continua (búsqueda de la perfección).*

La mejora continua tiene como objetivo la persecución de la perfección a pesar de que no es posible conseguirla. Tras la implantación de dicho sistema, comenzará la redefinición del valor, así como la mejora del flujo de valor y la eliminación de los desperdicios, provocando la mejora en el funcionamiento del sistema pull.

### 2.1.2. Los 7 Desperdicios

La filosofía Lean tiene como fin principal la eliminación de los residuos o *desperdicios*, considerados estos como aquello que no crea valor y que puede ser eliminado. Para ello, se centra en *7 tipos de desperdicios* (sobreproducción, esperas, transportes, sobreprocesamiento, inventarios, movimientos innecesarios y defectos) para descubrir la causa que los genera, como bien explica en el Manual de Operaciones (García Cerro et al. 2013).

Para hablar de los 7 desperdicios se sigue la estructura desarrollada a continuación, que determina qué es un desperdicio, la causa del mismo y su solución.

Figura 2.2: Los 7 desperdicios



Fuente: Aulafácil 2009.



### *Sobreproducción.*

Fabricación excesiva de unidades que suponen un desperdicio ya que se supera la cantidad demandada por el mercado. Esta excesiva cantidad producida se debe principalmente, entre otras causas, a la elevada variabilidad existente en el proceso productivo (inseguridad ante la demanda del mercado o rotura de las máquinas).

La solución a este defecto puede ser la producción en lotes pequeños, mantenimiento preventivo o la producción al ritmo de la demanda.

Un ejemplo de sobreproducción en el centro comercial puede ser: Un restaurante con muchas mesas, venta de productos no demandados con frecuencia, ofreciendo un servicio con mayor capacidad de la demandada

### *Esperas (tiempo).*

Se considera espera al tiempo que algún recurso (humano o material), permanece en inactividad. Si se debe a una decisión consciente no es considerada espera.

La solución para acabar con las esperas consiste en la implantación de sistemas pull, la polivalencia del personal, el equilibrado puestos, etc.

Un ejemplo de espera en la gestión de un centro comercial puede ser: Un director del ámbito comercial aguarde a que el director del ámbito estratégico defina los objetivos funcionales para cada área y así llevar a cabo su cometido.

### *Transporte.*

El desperdicio del transporte es común en empresas tradicionales donde los materiales, productos en curso y finales son transportados continuamente de un área a otra hasta su entera transformación. La causa reside en la distribución funcional de la empresa y su solución consiste en modificar tal distribución, orientándola a una distribución donde las tareas sean próximas unas de otras.

Un ejemplo de transporte en el centro comercial puede ser: El mal diseño de un centro comercial provoca desplazamientos innecesarios a clientes y trabajadores por la distribución de escaleras y ascensores para el acceso de todas las tiendas del mismo.

### *Sobreprocesamiento.*

Este desperdicio se produce cuando el método que es empleado no es el correcto. Lo puede causar varias razones y, entre ellas, razones técnicas, humanas y de definición. La solución para dicho sobreprocesamiento consiste en volver a definir el método de trabajo hasta llegar al correcto con el que evitar consumos de tiempo ineficientes, problemas de calidad, etc.

### *Inventarios o stock.*

El inventario o stock es tener una cantidad de materiales, productos en curso o finales por encima del mínimo necesario. La causa de este desperdicio se puede atribuir al sistema de producción elegido por la empresa, por ejemplo, el sistema de producción en masa que escoge tener grandes cantidades de stock para asegurar la producción. La solución para este desperdicio consiste en la reducción progresiva del stock para observar los problemas que dicho desperdicio esconde.

### *Movimientos innecesarios.*

Los movimientos innecesarios son aquellos que realizan los trabajadores y que no generan valor para la empresa. La causa de este desperdicio reside en el mal diseño en planta o a un puesto de trabajo desordenado.

La solución más eficiente es el rediseño de la distribución en planta al igual que ocurre con el desperdicio de los transportes.

#### *Defectos.*

La existencia de errores a lo largo del proceso productivo puede originar defectos en los productos finales. Esto puede ocasionar un reprocesamiento, es decir, realizar la operación de nuevo, aunque puede darse el caso que no se detecte tal defecto llegando al cliente pudiendo repercutir en la imagen que el cliente tenga sobre la empresa.

La solución que la empresa puede emplear para su eliminación es realizar mantenimiento preventivo sobre su maquinaria, así como formar a sus empleados y definir lo que quiere su cliente.

## **2.2. MEJORA CONTINUA.**

De cara a la consecución del objetivo de este trabajo, adquiere especial relevancia el último principio del Lean Management: la mejora continua (Womack 2005; Cuatrecasas 2010).

### *2.2.1. Ciclo PDCA.*

El ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) conocido generalmente como el ciclo de Deming, actúa como una guía para lograr la resolución de problemas de una forma sistemática y estructurada, llevando a cabo la mejora continua del proceso. Dentro de cada fase se diferencian subactividades (Cuatrecasas 2010):

En la primera fase (Plan) se llevan a cabo las preguntas para determinar los objetivos que se pretenden alcanzar, así como los métodos necesarios para su cumplimiento. Esta fase debe incluir el estudio causa/efecto para la prevención de fallos potenciales mediante la aportación de soluciones y medidas correctivas.

La segunda fase (Do) consiste en la realización de aquellas medidas planeadas en la anterior fase. Cabe incluir la formación de empleados en las actividades que deban realizar, comenzando el proceso de forma experimental, formalizando la fase una vez probada la eficacia.

En la tercera fase (Check) se verifican y controlan los resultados de aplicar las medidas planificadas. De esta forma se comprueba el cumplimiento de los objetivos y, de no ser así, planificarlos de nuevo.

Por último, la fase (Act) trata de formalizar la acción de mejora de forma generalizada para su introducción en las actividades.

De cara a cumplir el objetivo del trabajo se aplicará esta metodología:

- Plan: analizar el proceso tal y como está ahora.
- Do: propuestas y análisis de las mismas.
- Check: Establecimiento de indicadores.
- Act: Recomenzar el proceso en base a la información que se haya recabado en el apartado anterior.

Esta estructura sería la idónea en caso de que se llevara a cabo el proyecto por parte del centro, la fase Act del Ciclo PDCA no es posible de realizar por la necesidad de

emplear más tiempo a la hora de analizar los indicadores en el trabajo, así como la proposición de nuevos ajustes.

### *2.2.2. Herramientas del Lean: Mapa de procesos, Flujograma.*

Existen multitud de herramientas asociadas a la aplicación del Lean Management y la mejora continua, para las que cada empresa, en cada momento y en base a cada objetivo a de elegir aquellas que sean más adecuadas. Para este caso, el centro comercial emplea, para este objetivo concreto, el mapa de procesos y el flujograma.

#### **Mapa de procesos**

Se emplea para la identificación de duplicidades o tareas innecesarias en el desarrollo de la propia actividad empresarial. Para ello, se emplea un gráfico que represente dichas tareas, de esta manera es más fácil descubrir los posibles errores.

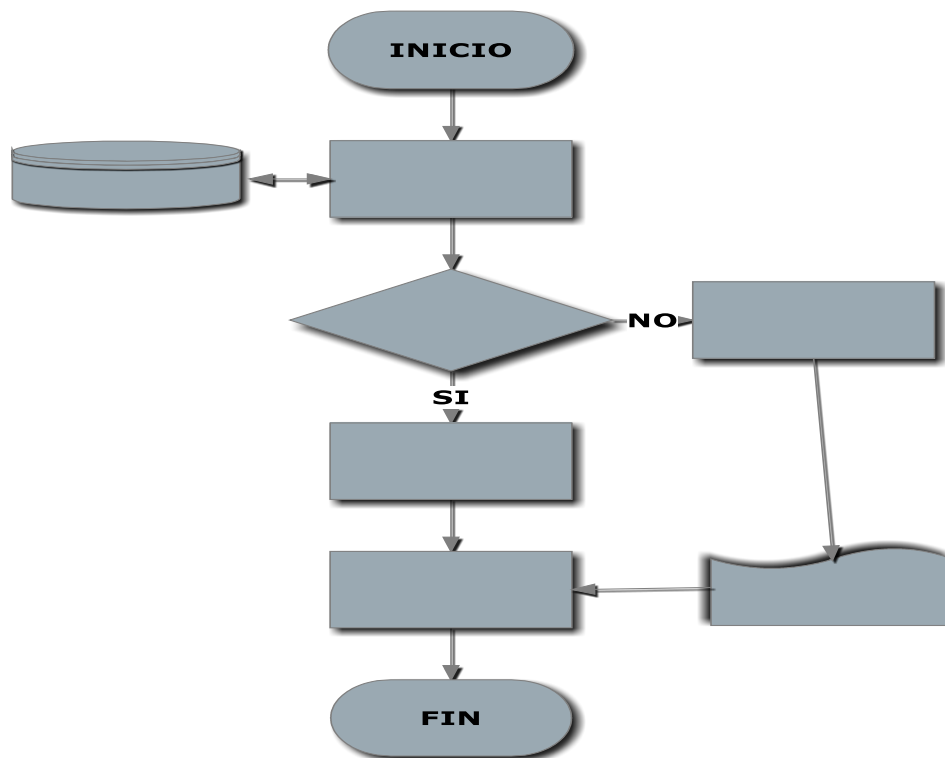
El mapa de procesos es la representación gráfica de las distintas tareas de la empresa organizadas en los procesos clave de la misma. Cada una de ellas se clasifica a su vez en tres tipos de funciones según el objetivo que trata de cumplir en la empresa.

- Estratégicos: son procesos de actuación y guía del área de planificación de la empresa que dan pie a las demás tareas. Su formulación corresponde a los más altos directivos y staff de apoyo (asesores de dirección), quienes darán las órdenes correspondientes a los demás encargados de operaciones y apoyo.
- Operativos (clave): son procesos en los que se realizan las tareas que generarán el servicio ofrecido por la empresa, basándose en la guía de actuación elaborada por el área de planificación empresarial.
- De apoyo: son aquellos que actuarán conforme los procesos anteriores necesiten de sus recursos para prestar el servicio ofrecido por el centro.

#### **Flujograma**

El diagrama de flujo o flujograma “utiliza una serie de símbolos predefinidos para representar el flujo de operaciones con sus relaciones y dependencias. Los diagramas de flujo pueden ser muy útiles cuando se quiere realizar una optimización de procesos, oportunidades de mejora o simples reajustes” (Cuatrecasas 2010).

Figura 2.3 Flujograma.



Fuente: Elaboración propia a partir de Cuatrecasas (2010).

En la figura 2.3 se utiliza la siguiente simbología para representar el proceso: las actividades básicas representadas por rectángulos, el inicio y el fin del proceso representados con elipses, y bases de datos con cilindros. No existe una simbología comúnmente aceptada, aunque si es cierto que los símbolos utilizados por cada escuela tienden a confluir o ser muy similares teniendo como fin último aportar “un conocimiento bastante claro y global del proceso” (Cuatrecasas 2010).

### 3. EL CENTRO COMERCIAL.

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

El Centro Comercial EL ROSAL abrió sus puertas en el año 2007 ofreciendo una gran variedad de tiendas y servicios a disposición del público. Este centro ofrece la superficie bruta alquilable de 70.000 metros cuadrados, situándose como el segundo centro comercial más grande del noroeste de España.

Se sitúa en el barrio de La Rosaleda, que se localiza en el municipio de Ponferrada (León). Este centro abarca a una clientela de cerca de 180.000 habitantes, gracias a la galería conformada por 120 tiendas entre las que se encuentran firmas como Zara, H&M, New Yorker, además del hipermercado Carrefour, cines La Dehesa, Forum Sport, Worten, Bricogrup y 15 restaurantes. Cuenta con todo tipo de servicios diversos entre los que destacan farmacia 24 horas, taller de coches, Correos, centro de reconocimientos médicos, etc.

El centro comercial se localiza en una zona muy transitada y dispone de 2500 plaza de aparcamiento gratuito.

Figura 3.1: Centro Comercial El Rosal.



Fuente: Europa press 2012.

El equipo encargado de la gestión del centro, Gentalia, lleva a cabo actividades de consultoría, gestión patrimonial y comercialización. Esta empresa lleva la gestión de 45 centros de diversas tipologías, distribuidos en diferentes lugares de España aportándoles estudios de viabilidad, comercialización de proyectos y centros en funcionamiento. Se compone por un equipo de 125 personas expertas en todos los ámbitos relacionados con los Centros Comerciales.

El hecho de que el Rosal cuente con un equipo propio permite una gestión diferenciada, además de la fidelización de buena parte de los operadores comerciales.

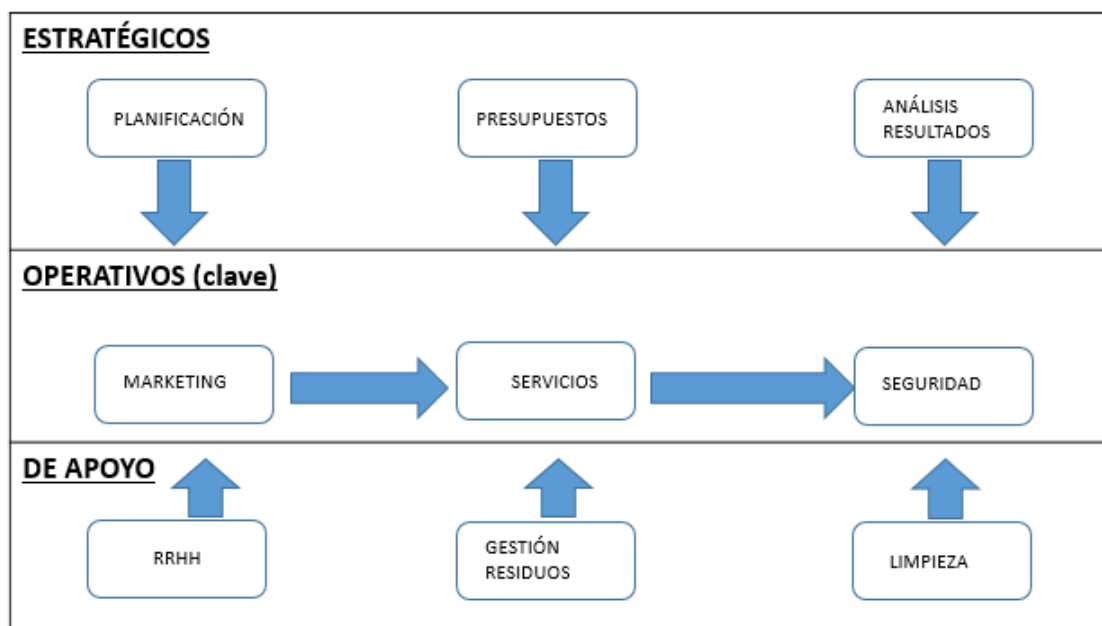
La gestión, como metodología, sigue un plan estratégico de medio plazo con objetivos anuales que permiten establecer planes de gestión (gerencia, gestión patrimonial y recomercialización). La gestión cubre todas las áreas donde se cubre un servicio global, informando a la propiedad a través de comunicaciones periódicas acerca del estado del mismo.

Las actividades dedicadas al mantenimiento del centro en el día a día (limpieza, vigilancia y jardinería), así como las actividades de seguimiento de cada cliente, hacen de la gestión del centro un departamento fundamental para el éxito del mismo. Además, se llevan a cabo actividades de control presupuestario sobre gastos comunes, control administrativo, declaración fiscal y tributaria, control de proveedores, etc.

### 3.2. MAPA DE PROCESOS.

En primer lugar, se procede a realizar el mapa de procesos del centro comercial, el cual ofrecerá una primera visión general de la estructura del mismo.

Figura 3.2: Mapa de Procesos de El Rosal.



Fuente: Elaboración propia.

Los procesos estratégicos son llevados a cabo por los directivos de más alto nivel, en este caso, el propio equipo gestor llevará a cabo parte de los procesos estratégicos y operativos. En estos primeros, se llevan a cabo las planificaciones de los proyectos e inversiones que realice el centro, donde se determina el presupuesto que costarán las inversiones, así como el análisis de los resultados.

En los procesos operativos se llevan a cabo las tareas que finalmente ofrece como servicio el centro, en este caso tareas de marketing haciendo llegar las noticias comerciales a los clientes, así como la seguridad contratada por el centro para el buen mantenimiento de las instalaciones.

Por último, los procesos de apoyo, sirven a los otros procesos para llevar a cabo la consecución de los objetivos del centro, siendo los departamentos de recursos

humanos, limpieza y gestión de residuos, los que darán soporte a los procesos operativos en la consecución final de los objetivos marcados por el centro.

Una vez distinguidos los procesos, nos centraremos en la gestión de residuos que se encuentra dentro de los procesos de apoyo, ya que el objetivo final del proyecto está encaminado a conseguir una mayor eficiencia en materia de gestión de residuos y, concretamente, de gestión eficiente del agua.

## 4. PROCESO DE GESTIÓN DEL AGUA

### 4.1. PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Para hablar acerca de la gestión del agua, se debe hacer hincapié previamente en el proceso de gestión de residuos que el centro comercial lleva a cabo.

A continuación, se determinan alguno de los pasos para la implantación de un sistema de reciclaje en el centro comercial El Rosal.

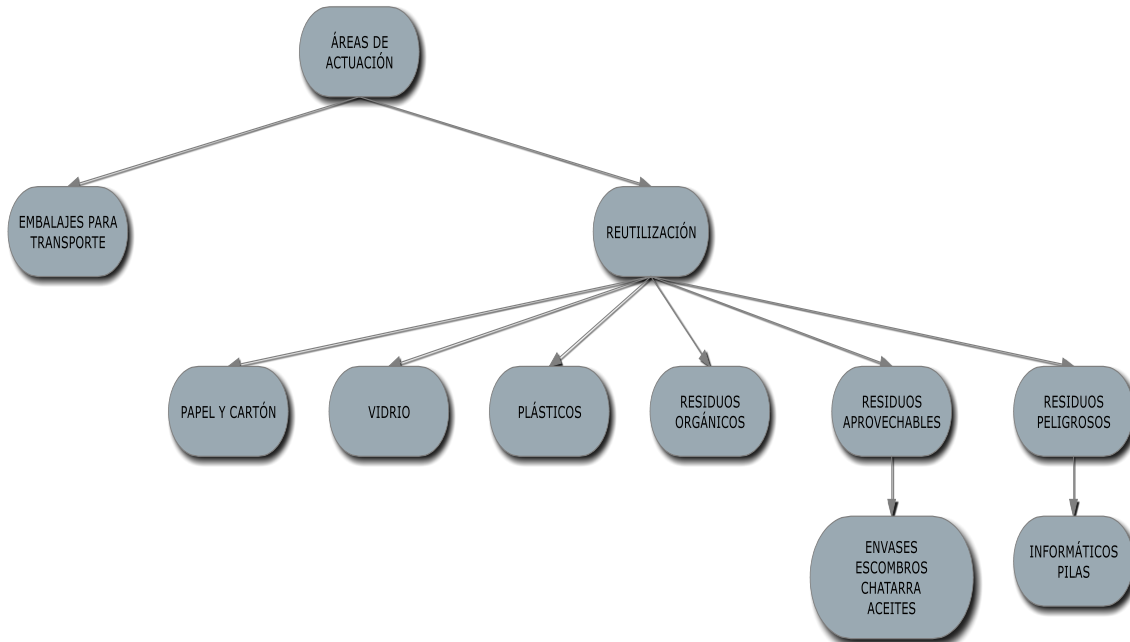
- Determinar el marco legal.
  - Antes de poner en marcha cualquier política de clasificación y reciclaje de residuos es fundamental conocer el marco legal que regula estas actuaciones. Conocer la legislación nacional y también las normas autonómicas y municipales.
  - Ante cualquier duda es conveniente hacer una consulta a poder ser vinculante o por lo menos con respuesta escrita a la administración correspondiente.
- Nombrar un responsable de reciclaje.
  - Nombrar a una persona del equipo de gerencia que sea el coordinador de dicho plan.
  - El responsable puede ser el Jefe de Servicios Generales del Centro o incluso el responsable de marketing, ya que hay una parte importante en estas actuaciones de imagen y comunicación.
  - El coordinador debe tener la capacidad de establecer buenas relaciones con los comerciantes y en especial con los encargados y/o gerentes de las medianas ya que su colaboración es fundamental en esta iniciativa.
- Funciones:
  1. Realizar auditoria de la situación actual y del potencial para establecer las políticas de clasificación y reciclaje.
  2. Determinar aquellos materiales que son susceptibles de reciclaje.
  3. Seleccionar la/s empresa/s con las que se va a colaborar.
  4. Establecer operativa logística: ubicación compactadora, almacenes, accesos, frecuencias, limpieza.
  5. Diseñar formatos de comunicación con equipo, colaboradores y comerciantes.
  6. Crear archivos y programas de auditoría.
- Evaluar la selección de residuos.
  - Determinar qué tipo de residuos genera el Centro en gran volumen.
  - Estudiar los posibles ingresos por venta de material reciclable.
  - Identificar oportunidades para la reducción en la generación de residuos obteniendo el consiguiente ahorro.

La reducción o prevención en la generación de residuos es un paso previo y muy necesario al reciclaje de los mismos. El protagonista principal es el operador en coordinación con sus proveedores.



Se trata de desarrollar buenas prácticas en todo lo relacionado con la planificación, manufactura, adquisición, transporte y uso de materiales y/o mercancías encaminadas a reducir la generación de residuos.

Figura 4.1: Esquema del tratamiento de residuos del Centro Comercial El Rosal.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4.1 se representa el tratamiento de residuos que el centro realiza para los distintos residuos, clasificándose en dos grandes áreas de actuación como son los residuos capaces de reutilizarse y aquellos que se tratan como embalajes para transporte.

En la tabla 4.1 además de distinguirse las áreas en que se tratan los distintos residuos, se detallan los objetivos para cada una.

Tabla 4.1: Áreas de actuación para gestionar los residuos

Áreas de actuación	Objetivos
Embalajes para transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminar protección innecesaria.</li> <li>- Reducir número de bultos por agrupación.</li> <li>- Aligerar el tipo de embalaje utilizando materiales alternativos.</li> <li>- Uso de embalajes reutilizables.</li> </ul>
Reutilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Papel de oficina, perchas, pallets, bolsas sustitutivas del plástico.</li> <li>- Tóneres, filtros de climatización, carritos de compra, mercancías no vendidas o con taras (entrega a ONG).</li> </ul>
Logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acumulación de residuos en locales, dificultades para el transporte de residuos hasta las zonas habilitadas, etc.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.2: Gestión de los distintos residuos.

Tipo de residuo	Método de recogida	Medición	Gestión
Cartón, papel, vidrio, plástico y residuo orgánico.	Papeleras	Compactadoras (cubos de basura estándar)	Gersul
Pilas y residuos informáticos	Contenedores especializados	Compactadoras (cubos de basura estándar)	Empresa especializada
Envases, pallets	Transportistas	Compactadoras (cubos de basura estándar)	Empresa contratada por la compañía del transporte
Escombro	Contenedores especializados	Compactadoras (cubos de basura estándar)	Empresa especializada
Chatarra	Contenedores especializados	Compactadoras (cubos de basura estándar)	Gersul
Agua	Depósito sometido a tratamiento específico	Contadores	Centro Comercial
Aceite vegetal	Contenedores especializados	Compactadoras (cubos de basura estándar)	Gersul

Fuente: Elaboración propia.

Una vez detalladas las áreas de actuación del Centro Comercial (figura 4.1), cabe señalar el *plan de tratamiento de residuos* que éste tiene (2007).

Los residuos generados por la actividad del centro deben ser tratados convenientemente según sean sus características, peligrosos, reciclables, no recuperables. Cada tipo de residuo debe ser gestionado sin que se produzcan mezclas indeseadas y reduciendo el uso de aquellos no recuperables. Para ello es importante disponer los medios que faciliten dicha segregación.

Figura 4.2: Papelera separadora de residuos.



Fuente: Equipo gestor centro comercial.

Una vez identificado cada tipo de residuo existente deben disponerse medios de medición mensual para hacer el seguimiento adecuado de su generación. Por un lado, se medirán aquellos considerados como recuperables/reciclables y por otro los que no lo son hallando una tasa de reciclaje sobre el total de los residuos generados.

Las empresas con las que se gestionen cada tipo de residuos deben tener sus autorizaciones legales actualizadas y dar al equipo gestor una copia antes de comenzar a trabajar con ellas.

Las clases de residuos más normales que se pueden encontrar en un centro de estas características son las siguientes:

- **Papel y cartón:** Provenientes principalmente de los embalajes de los productos de las tiendas, son materiales recuperables de los que se puede obtener un ingreso por su venta.

Figura 4.3: Contenedor papel y cartón.



Fuente: Equipo gestor del centro comercial.

- **Plástico y film:** Provenientes principalmente de los embalajes de los productos de las tiendas, son materiales recuperables de los que se puede obtener un ingreso por su venta.

Figura 4.4: Contenedores de plástico.



Fuente: Equipo gestor del centro comercial.

- **Pallets:** Utilizados para transportar la mercancía a los locales, en unos casos son los mismos transportistas los encargados de su recogida. El resto se clasifica según su tipología.
- **Residuos Orgánicos:** Principalmente provienen de los restaurantes. El destino ideal de este tipo de residuos es el compostaje, para que este tipo de residuo se acepte para tal fin es necesario que no esté mezclado con otros.
- **Aceite Vegetal:** Este aceite proviene de las cocinas de los restaurantes. Se puede conseguir un rendimiento económico si se contacta con una empresa especializada que posteriormente lo lleve a una planta de refino para obtener biodiesel.
- **Pilas:** Este tipo de residuo es peligroso y debe ser gestionado con una empresa autorizada para gestionar residuos peligrosos.

- **Envases:** Este tipo de residuos provienen generalmente de los locales de restauración. Son residuos recuperables de los que puede sacarse un beneficio económico.
- **Residuos informáticos:** Deben gestionarse como residuos peligrosos.

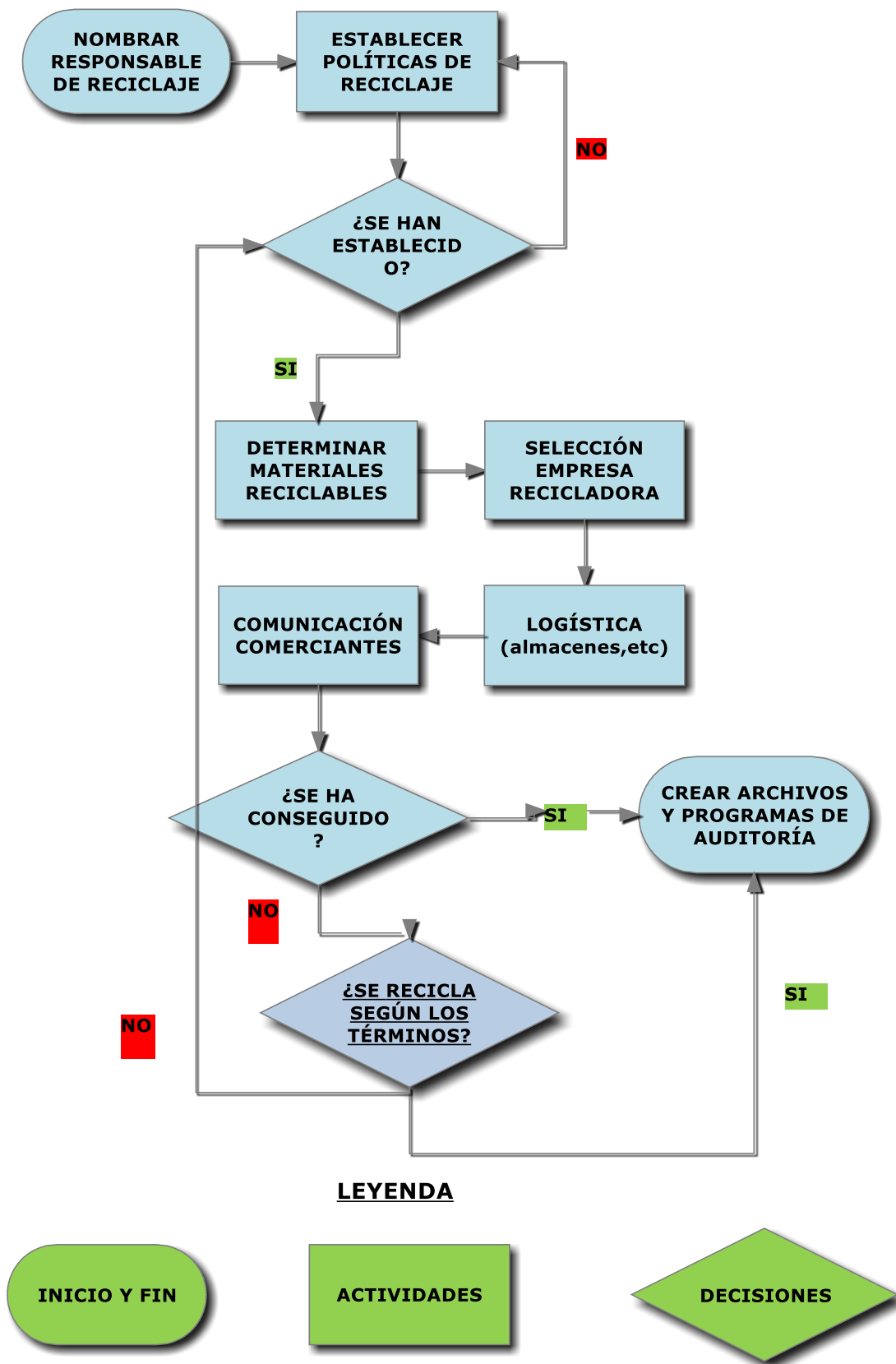
Figura 4.5: Contenedor residuos informáticos.



Fuente: Equipo gestor centro comercial.

- **Vidrio:** Lo mejor con este tipo de residuos es hacer un convenio con Ecovidrio para que se encargue de su gestión. Es importante no mezclarlo con otro tipo de platos, espejos y similar que no son exactamente vidrio y deben gestionarse independientemente.
- **Escombros:** Deben gestionarse con una empresa especializada. Es importante que tengan la menor cantidad de residuos mezclados para minimizar el coste de su gestión.
- **Chatarra:** Este residuo es valorizable, si están mezclados distintos metales tiene menos valor que si son metales separados.

Figura 4.6: Flujograma proceso de reciclaje

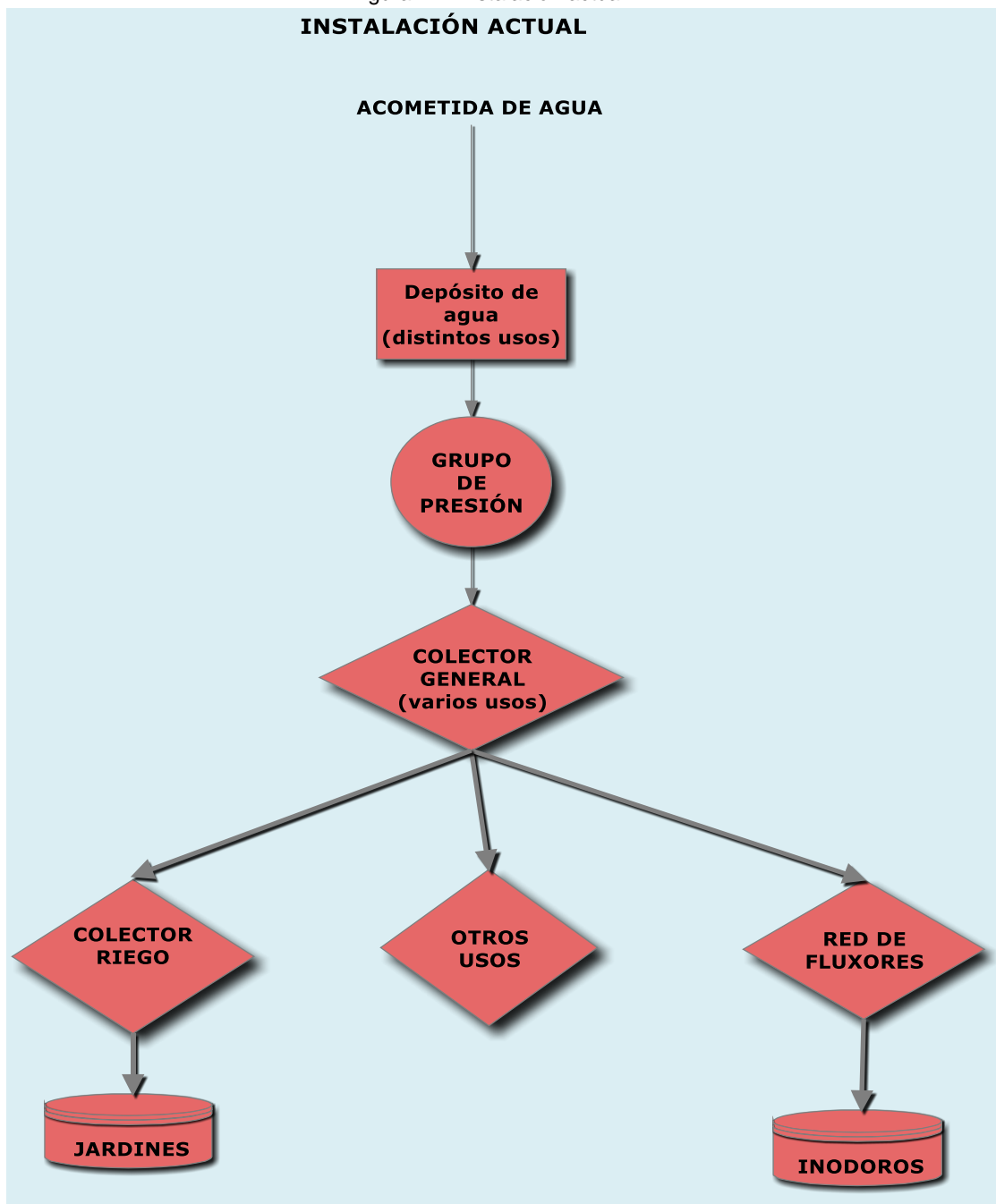


Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. PROCESO ACTUAL DE GESTIÓN DEL AGUA.

La figura 4.7 representa la instalación que actualmente tiene instaurada el centro comercial. Tras un análisis mediante el uso de herramientas Lean y, la aplicación de la mejora continua sobre el proceso, se han detectado una serie de problemas a los que se les puede dar salida, planteando una serie de alternativas expuestas al equipo gestor en los apartados siguientes.

Figura 4.7: Instalación actual.



Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. PROBLEMAS DETECTADOS.

Tras analizar el proceso y ver cómo se gestiona actualmente, se tomó la decisión junto con el equipo gestor de profundizar en el subproceso de gestión del agua. A partir del análisis de los recursos gestionados por el centro, el uso del agua se tratará como un posible problema.

Con carácter general la norma que toma parte en materia medioambiental es la ISO 14001, certificación que es concedida a las empresas que toman conciencia en relación a las emisiones a la atmosfera, vertidos al agua, descargas al suelo, uso de energía, entre otras (ISO 14001:2004).

El Rosal ha tenido dicha certificación desde sus inicios y, aunque hoy en día no dispone de la certificación por el coste que supone renovarla, sigue llevando a cabo todos los aspectos que forman la norma.

En lo referente a la gestión del agua, su importancia se deriva de que el agua es un recurso escaso y, sobre todo, el agua potable. Así, según la Constitución en el artículo 45 de la misma dice:

*“Todos tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado al desarrollo de su persona, así como el deber de respetarlo. Los poderes públicos velarán por la utilización racional de los recursos naturales con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.*

*Para quienes violen el apartado anterior en los términos que la ley fije se establecerán sanciones penales o en su caso administrativas, así como la obligación de reparar el daño causado”.*

Dicha ley refleja la preocupación existente en cuanto al uso racional de agua que empleen cada ciudadano. El problema que se detecta es que existe la posibilidad de hacer más eficiente dicho uso.

Tal y como se observa en la figura 3.7, el centro comercial emplea para el abastecimiento de agua en el edificio un depósito que recoge el agua de la red general de abastecimiento mediante un pozo. El agua que proviene de la red es agua tratada para su uso particular, por lo que el centro comercial emplea dicho depósito para abastecer las zonas comunes del edificio (baños, locales, etc.) así como el riego de los jardines.

Después de este análisis acerca de la instalación del centro, más detallada en la figura 3.7, es preciso señalar el problema en cuestión. El agua empleada para el riego de jardines y para abastecer la red de fluxores (inodoros) de los baños es agua potable, por lo que esa agua se desperdicia dejando opción para alternativas que mejoren la eficiencia en el uso del agua. Las propuestas se focalizan en tratar de utilizar otro tipo de aguas, ya sea pluviales o subterráneas, para reducir el consumo de agua potable. Se trata, por tanto, de buscar alternativas que impliquen una gestión más eficiente del agua, y tratando además de reducir coste tanto para la empresa como social.

### 4.4. ALTERNATIVAS DE MEJORA.

Las alternativas que se han propuesto al equipo gestor tratan de hacer la instalación instalada en el centro comercial más eficiente. Para lograr dicha eficiencia, estas alternativas propuestas dan uso a otros tipos de agua que, actualmente, el centro comercial no aprovecha

En este apartado, se explica brevemente las alternativas que posteriormente son analizadas con mayor profundidad.

Es necesaria una breve definición de las aguas del nivel freático para entender la primera alternativa planteada. Estas son aguas subterráneas situadas bajo la

superficie del centro que no están tratadas para su uso doméstico, aunque podrían emplearse para otros fines que no supongan la potabilidad del agua.

La alternativa 1 planteada trata de usar agua del nivel freático para satisfacer la demanda de agua para el riego de los jardines y los fluxores. Para ello, se utilizaría un sistema de bombeo que, junto a un depósito complementario, daría satisfecha dicha cantidad de agua demandada.

La alternativa 2 planteada trata de usar agua pluvial para satisfacer la misma demanda que la alternativa 1. Para ello, mediante un equipo de recogida y filtrado el agua se almacenaría en un depósito distinto al que el centro tiene actualmente, con el que se daría satisfecha dicha demanda. La diferencia existente es que esta segunda instalación sería más compleja y, a su vez, más costosa. Además, que la cantidad de agua que se puede obtener es muy inferior a la del nivel freático.

A continuación, se analizan en detalle las alternativas planteadas para el equipo gestor del centro.



## 5. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS.

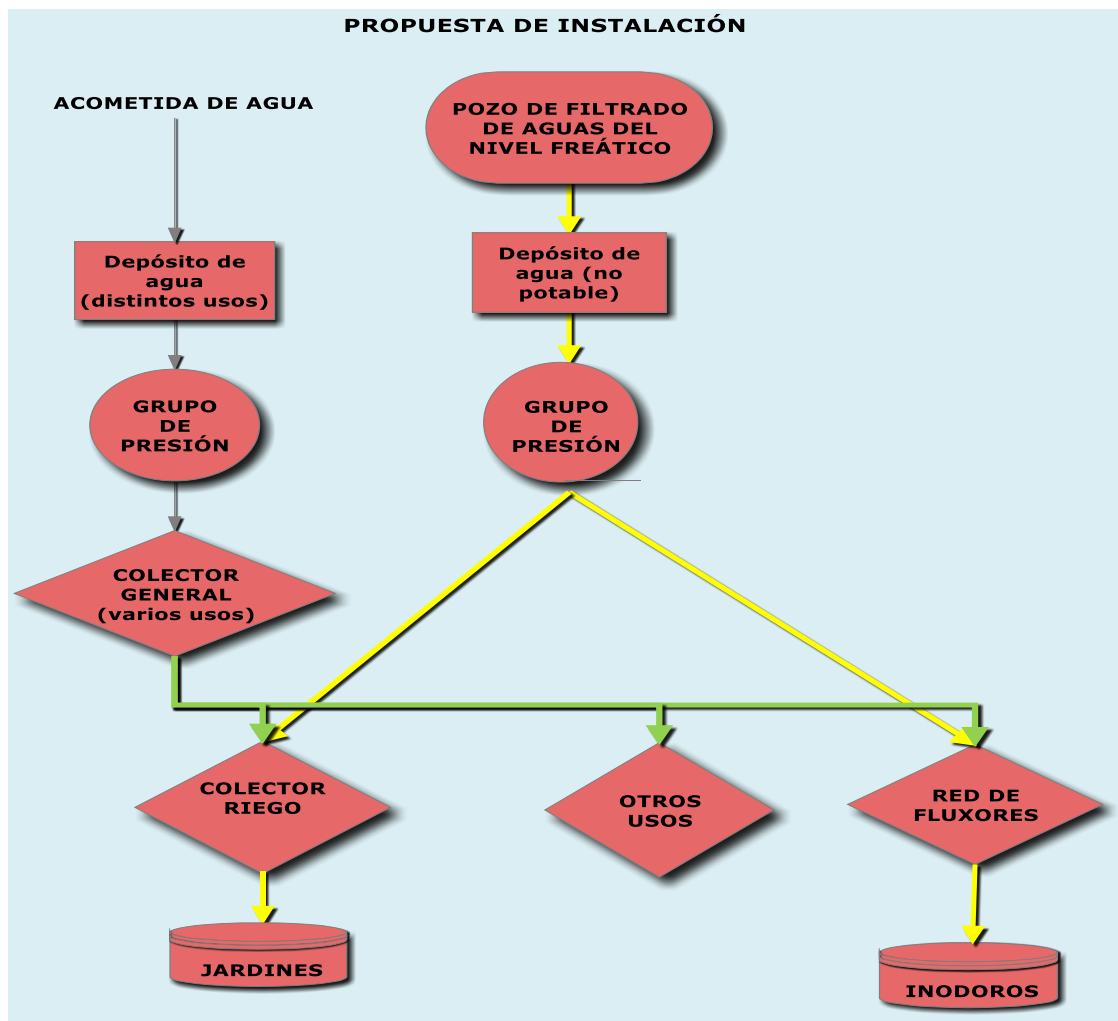
A continuación, se desarrollan las alternativas que en el apartado anterior han sido brevemente explicadas que pueden ser de utilidad para el centro comercial para hacer más eficiente el uso del agua.

### 5.1. ALTERNATIVA 1: APROVECHAMIENTO DEL AGUA DEL NIVEL FREÁTICO.

Las aguas del nivel freático, como se comentó en el apartado anterior, son aguas subterráneas situadas bajo la superficie del centro que no están tratadas para su uso doméstico, aunque podrían emplearse para otros fines que no supongan la potabilidad del agua.

La nueva instalación consistiría en la construcción de una instalación, complementaria a la actual, compuesta por un depósito y un grupo de presión conectado a unas tuberías y materiales auxiliares que permiten el aprovechamiento de dicha agua para satisfacer la demanda de agua para el riego y los fluxores, tal y como se indica en la figura 5.1 con líneas amarillas.

Figura 5.1: Hipótesis Propuesta de Instalación.



Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.1. Legislación

Para el aprovechamiento del agua del nivel freático no existe una normativa que especifique los buenos usos de este método para el ahorro de agua. Sin embargo, en materia de la sostenibilidad del agua por la normativa europea se han llevado a cabo tareas para la protección de este recurso.

El Real Decreto 1620/2007 desarrolla el régimen jurídico de reutilización de las aguas depuradas como medida de reutilización y uso eficiente del agua.

Este caso no supone depurar el agua ya que es agua procedente de los acuíferos existentes en el subsuelo, por lo que el tratamiento que debiera llevar para su uso sería meramente de conserva para su posterior uso en las cisternas y riego.

El proyecto sería similar al que tiene instalado el centro, instalando un depósito complementario similar al que ya consta en la instalación actual que almacenará el agua procedente del nivel freático.

Los usos que pueden darse para estas aguas son el abastecimiento de una red de fluxores. Estos son grifos de cierre automático que brindan un gran caudal de agua en un espacio de tiempo relativamente corto, empleado para urinarios generalmente (red independiente a otros aparatos como lavabos, urinarios, etc.). Dando salida a los inodoros del centro que suponen unas 80 unidades, a esto cabe añadir las zonas ajardinadas del centro que ocupan una superficie de 1500 metros cuadrados regadas mediante el uso de aspersores. La instalación planteada se acoplaría a la actual mediante la conexión de una tubería al colector de riego, no siendo necesaria ninguna modificación relevante en el sistema de riego actual.

### 5.1.2. Análisis de Costes.

Tabla 5.1: Consumo de agua en zonas comunes del centro comercial en m3.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>2013</b>	750	528	598	789	1034	1506	2545	2381	1711	854	546	839
<b>2014</b>	668	522	609	816	1191	1573	2018	1912	1677	814	702	803
<b>2015</b>	713	564	642	901	1179	1729	2592	1808	1210	852	873	897

Fuente: Responsable de la gerencia del centro.

En la tabla 5.1. se observa un aumento en el consumo de agua en los meses de verano, algo lógico teniendo en cuenta las temperaturas que albergan en Ponferrada durante dichos meses. El consumo de agua para el riego de jardines, así como los aires acondicionados que posee el centro disparan las cifras.

La superficie que ocupan los jardines son de 1.500 m2 de terreno y el consumo de agua estimada para el riego ronda los 20 metros cúbicos diarios aproximadamente. Mientras que para los inodoros es más complicado estimar el uso diario del inodoro por persona, teniendo en cuenta que la demanda de personas que recibió el centro el año pasado durante los meses de verano fue de 1,799.027 personas, esperando que este año sea mayor aún.

El cálculo diario aproximado es de unas 20.000 personas al día, si un 10% acude a los aseos y usa los inodoros, el consumo diario es de unos 16 m3 sólo para los inodoros. Este consumo calculado mensualmente teniendo en cuenta que el centro comercial no abre todos los días sería de 25 días \* 16 m3 = 400 m3, que pasado al año es de 4.800 m3.

Por otro lado, como se ha indicado anteriormente, el consumo de agua por riego de jardines es de 20 m<sup>3</sup> diarios durante el período de verano. Lo que supone un consumo total trimestral de 1.800 m<sup>3</sup>.

El coste que supone para el centro empleando agua potable para tales fines es de 1.800 m<sup>3</sup> + 4.800 m<sup>3</sup> = 6.600 m<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta que el precio unitario por m<sup>3</sup> de agua en Ponferrada es de 0,6599 €, el coste total anual que el centro comercial soporta es de 4.355,34 €.

A continuación, abordaremos el análisis detallado de la inversión necesaria para la instalación del sistema de aprovechamiento de aguas freáticas cuyo resumen se presenta en la tabla 5.2

Tabla 5.2: Inversión total

INVERSIÓN	(€)
Depósito acumulador de agua del nivel freático	5.202,75
Grupo de presión	6.000,16
Tuberías, válvulas e instalación (200 metros de tuberías)	10.500
TOTAL PRESUPUESTO DE OBRA	21.700
Licencia municipal (3,61% s/21.700)	783,37
Proyecto y dirección de obra	1.500
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>23.983,37</b>

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de inversiones:

**Depósito:** El gasto en la inversión reflejado en la figura 5.2 del depósito asciende a 5.202,75 €. El desglose de dicho coste supone el propio depósito de poliéster de 12 m<sup>3</sup> y 2.450 mm de diámetro, colocado en posición vertical junto al depósito ya existente que contiene agua potable para el uso corriente del centro. A este coste cabe añadir las válvulas necesarias para la instalación del mismo y la mano de obra. Esta mano de obra está ajustada al convenio laboral del metal provisto para los fontaneros, ajustando las horas extra, dietas, Seguridad Social, pagas extras, etc.

Figura 5.2: Descripción depósito.

Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales</b>			
Depósito de poliéster, de 12 m³, 2450 mm de diámetro, colocado en superficie, en posición vertical, para reserva de agua	1,00	4.130,00	4.130,00
Válvula de flotador de 1 1/2" de diámetro, para una presión máxima de 8 bar, con cuerpo de latón, boya esférica roscada de latón y obturador de goma.	3,00	172,68	518,04
Interruptor de nivel de 10 A, con boya, contrapeso y cable.	2,00	13,30	26,60
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/2".	1,00	21,57	21,57
Válvula de mariposa de hierro fundido, DN 50 mm.	1,00	33,56	33,56
<b>Subtotal materiales:</b>			<b>4.729,77</b>
<b>Mano de obra</b>			
Oficial 1º fontanero.	10,30	17,82	107,04
Ayudante fontanero.	10,30	16,10	165,83
<b>Subtotal mano de obra:</b>			<b>272,87</b>
<b>Costes directos complementarios</b>			
Costes directos complementarios	4,00	5.002,64	200,11
<b>Costes directos (1+2+3):</b>			<b>5.202,75</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Grupo de presión:** El gasto de la inversión del grupo de presión reflejado en la figura 5.3 asciende a 6.000,16 €. El desglose de costes sitúa con la mayor cantidad al propio grupo de presión compuesto por 2 bombas centrífugas de alta presión, con capacidad de elevación de hasta 9,77 m³/h... Además de este grupo de presión se incluyen los manguitos y materiales auxiliares necesarios para su instalación. El coste de la mano de obra está ajustado al convenio igual que en el caso anterior.

Figura 5.3: Descripción grupo de presión.

Unidad	Descripción	Rendimiento	unitario	Importe
<b>Materiales</b>				
Ud	Grupo de presión Wilo	1,00	5.100,00	5.100,00
Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 2", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	2,00	28,40	56,80
Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,00	303,24	303,24
<b>Subtotal materiales:</b>				<b>5.460,04</b>
<b>Mano de obra</b>				
h	Oficial 1º fontanero.	7,50	17,82	133,65
h	Ayudante fontanero.	7,50	16,10	120,75
<b>Subtotal mano de obra:</b>				<b>254,40 €</b>
<b>Costes directos complementarios</b>				
%	Costes directos complementarios	5,00	5.714,44	285,72
<b>Costes directos (1+2+3):</b>				<b>6.000,16</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tuberías, válvulas e instalación:** El gasto de la inversión de la tubería para alimentación de agua reflejado en la figura 5.4 asciende a 10.500 €. Su coste desglosado incluye material auxiliar para montaje y sujeción, valvulería y componentes específicos, así como el propio tubo de polipropileno colocado superficialmente, de 90 mm de diámetro exterior cuyo coste junto con el de la mano de obra, asciende a 52,50 €. Para este proyecto se requiere de 200 metros de tubería por lo que el coste asciende a la cantidad determinada anteriormente.

Figura 5.4: Descripción materiales auxiliares.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales</b>				
Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diámetro exterior.	1,00	2,00	2,00
Ud	Valvulería y material auxiliar. Piezas y componentes específicos.	1,00	12,57	12,57
m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 8,2 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	25,64	25,64
<b>Subtotal materiales:</b>				<b>40,21</b>
<b>Mano de obra</b>				
h	Oficial 1ª fontanero.	0,32	17,82	5,77
h	Ayudante fontanero.	0,33	16,10	5,31
<b>Subtotal mano de obra:</b>				<b>11,09</b>
<b>Costes directos complementarios</b>				
%	Costes directos complementarios	4,00	30,18	1,21
<b>Costes directos (1+2+3):</b>				<b>52,50</b>

Fuente: Elaboración propia.

Este coste incluye la licencia municipal del 3,61 % y el beneficio industrial y gastos generales de la empresa del 16%.

Con todos estos datos, estimamos que la inversión podría realizarse por 23.986,28 € pudiendo el centro comercial recuperar la inversión en aproximadamente 5,5 años independientemente del coste de uso que suponga la nueva inversión ya que sería necesaria la medición del consumo de electricidad, reparaciones, mantenimiento, etc.

Figura 5.5: Payback inversión.

	0	1	2	3	4	5	6
<b>Flujo de caja</b>	-23986,28	4355,34	4355,34	4355,34	4355,34	4355,34	4355,34
<b>Flujo acumulado</b>	-23986,28	-19630,94	-15275,6	-10920,26	-6564,92	-2209,58	2145,76

Payback= 5,50732664 años

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. ALTERNATIVA 2: APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES.

Esta segunda alternativa consiste en el empleo del agua de lluvia como alternativa para satisfacer la demanda de agua necesaria para el riego de jardines y fluxores. Es una nueva forma del uso del agua. La instauración de este sistema hace más eficiente la instalación actual que sigue el centro, debido a que no se está empleando agua potable para el riego de los jardines, así como para el uso de los urinarios.

Esta alternativa consiste en la construcción de un depósito complementario al actual que, junto a un sistema de recogida, filtrado, tuberías y captadores de agua, el agua de lluvia se almacenaría en el depósito para dar satisfacción dicha demanda.

### 5.2.1. Legislación

No existe normativa europea acerca del aprovechamiento de aguas pluviales a nivel estatal, autonómica o local. Así como en materia de calidad sanitaria acerca de la reutilización de las mismas.

La única ley establecida de carácter similar es el RD 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

Los documentos en los que aparecen dichas consultas quedan referenciados en la Guía Técnica de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Edificios (AQUAESPAÑA, 2011).

#### Aplicaciones

- Interior de edificios  
Para cisternas de inodoros, lavado de los suelos, etc.
- Exterior de edificios  
Riego de zonas ajardinadas, lavado de suelos, lavado de vehículos.

#### Captación

Para *captar* las aguas pluviales son necesarias superficies no transitadas, por lo que se podrán usar todas aquellas superficies adecuadas y que se encuentren disponibles para su recogida.

Hay que tener en cuenta el efecto que supone la recogida del agua pluvial, ya que existen limitaciones de los tejados verdes (nutrientes), tejados asfálticos (poseen hidrocarburos), tejados metálicos (iones metálicos) e incluso aquellos tejados de fibrocemento o amianto.

Una vez que se tengan en cuenta todas aquellas limitaciones que puedan ser un inconveniente para la captación, damos paso a los elementos para su *conducción*. Destacando entre ellos las canaletas, situadas en el exterior o interior del centro. En este último caso, se situarán en lugares accesibles para su mantenimiento y empleando para su fabricación elementos reciclables.

#### Filtración

El paso siguiente para llevar a cabo este aprovechamiento es la *filtración*, un paso importante ya que es aquí donde el agua recogida es filtrada antes de su almacenamiento, evitando así averías del sistema o empeoramiento de la calidad del agua almacenada.

Para ello, se utilizarán distintos tipos destacando entre ellos los empleados en las bajantes, en las cisternas y en arquetas, enterradas o en la superficie; así como aquellos que expulsan la suciedad o que la acumulan.

De igual modo, los filtros necesitan instalarse en lugares donde su mantenimiento y limpieza sean cómodos, ya que como mínimo necesitan una revisión semestral. Estas revisiones pueden ser más frecuentes si el lugar donde instalemos los filtros esté situado cerca de vegetación o tras un largo período de sequía que pueda depositar partículas extrañas en ellos.

### Almacenamiento

Una vez captada y filtrada el agua pluvial, el objetivo de su almacenaje se cierne en acumular el agua procedente de la lluvia con mayor calidad para su posterior uso.

Su almacenaje se llevará a cabo en un depósito previamente filtrado y limpio de toda suciedad. Su uso será exclusivo para el almacenaje de agua de lluvia, hecho de un material que no altere la calidad de la misma.

Se colocará en un lugar protegido de la luz solar, el calor o del ingreso de insectos o roedores, preferentemente donde se encuentre el depósito que contiene el agua del pozo, facilitando así el mantenimiento de ambos.

En cuanto al volumen del depósito, éste dependerá de la superficie de captación de agua pluvial, la precipitación media de la zona donde se ubica y la demanda instalada, es decir, en este caso las cisternas que consumen dicha agua.

### Distribución

Al haber situado el depósito en un espacio libre de luz y calor, para su distribución será necesario el uso de un equipo de bombeo que permita la disponibilidad del agua al sistema.

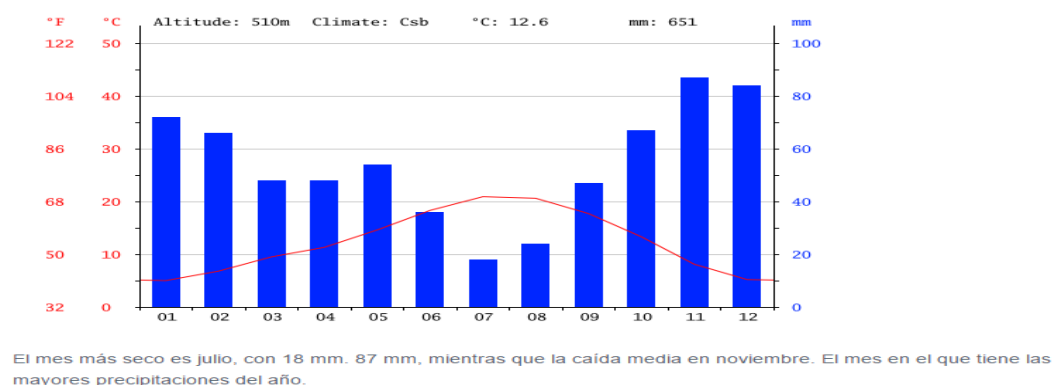
Componentes de la red de distribución: electrobomba, depósito de aspiración, equipo de control de la electrobomba, válvula de retención, sistema de conducción hasta los suministros.

#### *5.2.2. Análisis de Costes.*

Esta segunda alternativa supone una inversión idéntica a la primera donde la única diferencia que supone es la instalación de captadores del agua pluvial, así como de filtros para eliminar las impurezas que pueda traer dicha agua, por lo que no es necesario realizar un análisis de la inversión; sino que a partir del primer análisis de costes de la alternativa 1 y de la pluviometría de la zona, se descarta esta segunda alternativa. Pluviometría de Ponferrada a lo largo del año:

Figura 5.6: Pluviometría de Ponferrada.

### **CLIMOGRAMA**



Fuente: Climate-Data.org

Las precipitaciones medias en la región ascienden aproximadamente a 657 mm (donde 1mm de agua equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado) de agua al año, lo que supone una cantidad escasa de agua teniendo en cuenta la demanda de agua prevista por el centro comercial.

La demanda de agua prevista por el centro, como se ha comentado antes, sería de 6300 metros cúbicos, una cantidad muy elevada para la cantidad de agua que recibe esta zona a lo largo del año.

La instalación de dicho proyecto sería más adecuada en una región donde las precipitaciones fuesen más abundantes y la demanda de agua no sea tan elevada, por ejemplo, para un proyecto de una casa sostenible donde el consumo de agua es muy inferior al de un centro comercial por lo que esta alternativa queda descartada.

### **5.3. COMPARATIVA.**

Según las alternativas planteadas, determinando el coste que supondría la implantación de cada una de ellas, así como la legislación y los demás factores que en ellas actúan tales como la cantidad de agua de la que se dispondría en cada una, la dificultad de instalación y el control que habría que realizar para determinar el perfecto uso de las mismas, creemos más conveniente la alternativa 1.

Tal y como se explica en el desarrollo de cada una, el coste de implantar la alternativa 2 no llegaría a recuperarse debido a la clara insuficiencia de agua de lluvia en la región, además de la dificultad añadida en la instalación de todos los filtros y tuberías que habría que hacer llegar hasta el depósito donde se almacena el agua.

Como propuesta eficiente para el centro la alternativa 1 es la mejor, siendo un claro estudio por parte del equipo gestor del centro para llevar a cabo la obra.

Una vez comparadas ambas alternativas y, siguiendo con el modelo de mejora continua que se ha explicado a lo largo del trabajo, es necesaria una continuación de las fases siguientes una vez descartada la alternativa menos eficiente.

La fase a desarrollar es la Check, donde se plantean indicadores para la nueva instalación para la que se analizaría la evolución y, de este modo, observar la idoneidad de la alternativa propuesta.

Los indicadores que se plantean a continuación deberían analizarse para un período trimestral, donde se observaría con detalle la efectividad de la nueva instalación:

- Medición del consumo de electricidad que supone bombear el agua desde el nivel freático a los fluxores y el sistema de riego, de tal forma que no consuma más electricidad que con la instalación actual.
- Medición del gasto por deterioro de los distintos materiales de la nueva instalación, así como las reparaciones pertinentes.
- Medición de la cantidad de agua ahorrada tras la nueva instalación.
- Medición de la satisfacción del cliente por el uso de iniciativas sostenibles.

Tras el análisis trimestral de estos indicadores supondría plantear nuevas mejoras para continuar con el proceso de mejora continua que se ha instaurado en el centro comercial.



## 6. CONCLUSIÓN.

El objetivo del trabajo pretendía hacer al centro comercial más eficiente en materia medio ambiental. En primer lugar, se analizó el proceso de gestión de residuos que llevaba a cabo el centro, mediante el uso de un mapa de procesos y un flujograma que distinguían claramente la estructura departamental del centro comercial. De esta forma permitió un análisis eficiente del proceso de gestión de residuos empleando para ello la filosofía del ciclo PDCA y, a su vez, focalizar el trabajo en la gestión del agua que era, de hecho, el centro del estudio.

A partir de ese análisis, se ha identificado un problema: el uso del agua que el centro comercial lleva a cabo es ineficiente. Esto se debe al empleo de agua potable para dar satisfacción la demanda de agua requerida para el riego de jardines, así como para la red de fluxores.

Puesto que el empleo de agua potable es la principal causa del problema detectado, se plantean dos alternativas para hacer de El Rosal, un centro comercial sostenible con el medio ambiente. La primera alternativa corresponde a la construcción de un depósito complementario al que dispone actualmente el centro, alimentado por un pozo situado en el nivel freático (agua subterránea no potable), la cual, ha resultado ser la alternativa más eficiente puesto que la demanda de agua que se requiere para el riego y los fluxores es muy elevada. Una demanda imposible de satisfacer mediante el uso de un depósito de agua que se abastece de agua de lluvia, correspondiendo a la alternativa 2, en esta localidad donde las precipitaciones no son abundantes. Por lo que la alternativa donde se emplea el agua del nivel freático para dar salida a la demanda de agua es la idónea.

Ante el gasto que supondría la inversión de la nueva instalación, es el equipo gestor quien debe valorar la realización de dicha inversión, teniendo en cuenta que eso supondría hacer a El Rosal un centro comercial sostenible. Hecho que puede ser bien visto por su clientela, además del ahorro de agua potable que conllevaría tal instalación.

En el caso que dieran por válida la inversión, el siguiente paso que debería seguir el equipo gestor es continuar con la filosofía de la que se lleva hablando a lo largo del proyecto, la mejora continua. Se analizarían los indicadores correspondientes a la fase Check del ciclo PDCA para mejorar aquellos aspectos que no sean eficientes o no lo sean en el grado que se pretendían en su comienzo.

Como conclusión personal, el desarrollo de este proyecto me ha aportado nuevos conocimientos acerca del Lean Management. Esta filosofía es estudiada en el segundo año de carrera y, según mi punto de vista, debería impartirse en más asignaturas de la rama de dirección general.

Se orienta a los altos mandos de la empresa, quienes tienen que saber transmitir la filosofía hacia los demás trabajadores para la consecución del objetivo final que persigue el Lean que es reducir los defectos a cero.

Además de los conocimientos que poseía, he adquirido otros como es el ciclo PDCA de Deming que trata de mejorar continuamente los procesos de la empresa, por lo que creo firmemente en la relevancia de esta filosofía y su práctica en cualquier empresa, ya que se puede aplicar a empresas de todos los ámbitos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

AULA FACIL [sitio web] 2009. Madrid: Aula Fácil 2009. [Consulta 22 junio 2016]. Disponible en: <http://www.aulafacil.com/>

CUATRECASAS, L. 2010. *La Gestión competitiva por excelencia*. Barcelona: BRESCCA (PROFIT EDITORIAL).

CUATRECASAS, L. 2010. *Gestión Integral de la Calidad*. Barcelona: BRESCCA (PROFIT EDITORIAL).

DEMING, W. E. 1982. *Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis*. Cambrige University Press.

EL ROSAL [sitio web]2007. Ponferrada: Centro Comercial El Rosal 2007. [Consulta 22 junio 2016]. Disponible en: <http://www.elrosal.net/>

GARCÍA CERRO, A., GARCÍA PIQUERES, G., PÉREZ PÉREZ, M., SÁNCHEZ RUIZ, L., SERRANO BEDIA, A.M. 2013. *Manual de dirección de operaciones: decisiones estratégicas*. Santander: PubliCan.

GENTALIA [sitio web]2015. Madrid: Comercialización y Gestión de Centros Comerciales 2015. [Consulta 22 junio 2016]. Disponible en: <http://www.gentalia.eu/>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION. 2004. ISO 14004:2004(ES), Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo: ISO.

LEAN SOLUTIONS [sitio web] 2011. Colombia: Lean Solutions 2011. [Consulta 22 junio 2016]. Disponible en: <http://www.leansolutions.co/>

LIKER, J.K. 2000. *Las claves del éxito de Toyota. 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. Madrid: EDICIONES GESTIÓN 2000.

WOMACK, J. P., JONES, D. T. 1996. *Lean Thinking*. New York: FREE PRESS.

WOMACK, J. P., JONES, D. T., ROOS, D. 1990. *The machine that changed the World*. New York: FREE PRESS.